

WIRE BONDING METHOD AND INTEGRATED CIRCUIT DEVICE MADE BY IT**Publication number:** JP6204277**Publication date:** 1994-07-22**Inventor:** KIYASARIN JII HEINEN; ROJIYAA JIEI SUTEIAAMAN;
RAFUAERU SHII ARUFUARO**Applicant:** TEXAS INSTRUMENTS INC**Classification:****- international:** H01L21/28; H01L21/60; H01L21/768; H01L23/485;
H01L23/522; H01L21/02; H01L21/70; H01L23/48;
H01L23/52; (IPC1-7): H01L21/60; H01L21/28;
H01L21/90**- european:** H01L23/485A**Application number:** JP19930226045 19930910**Priority number(s):** US19920943087 19920910**Also published as:**

EP0587442 (A2)

EP0587442 (A3)

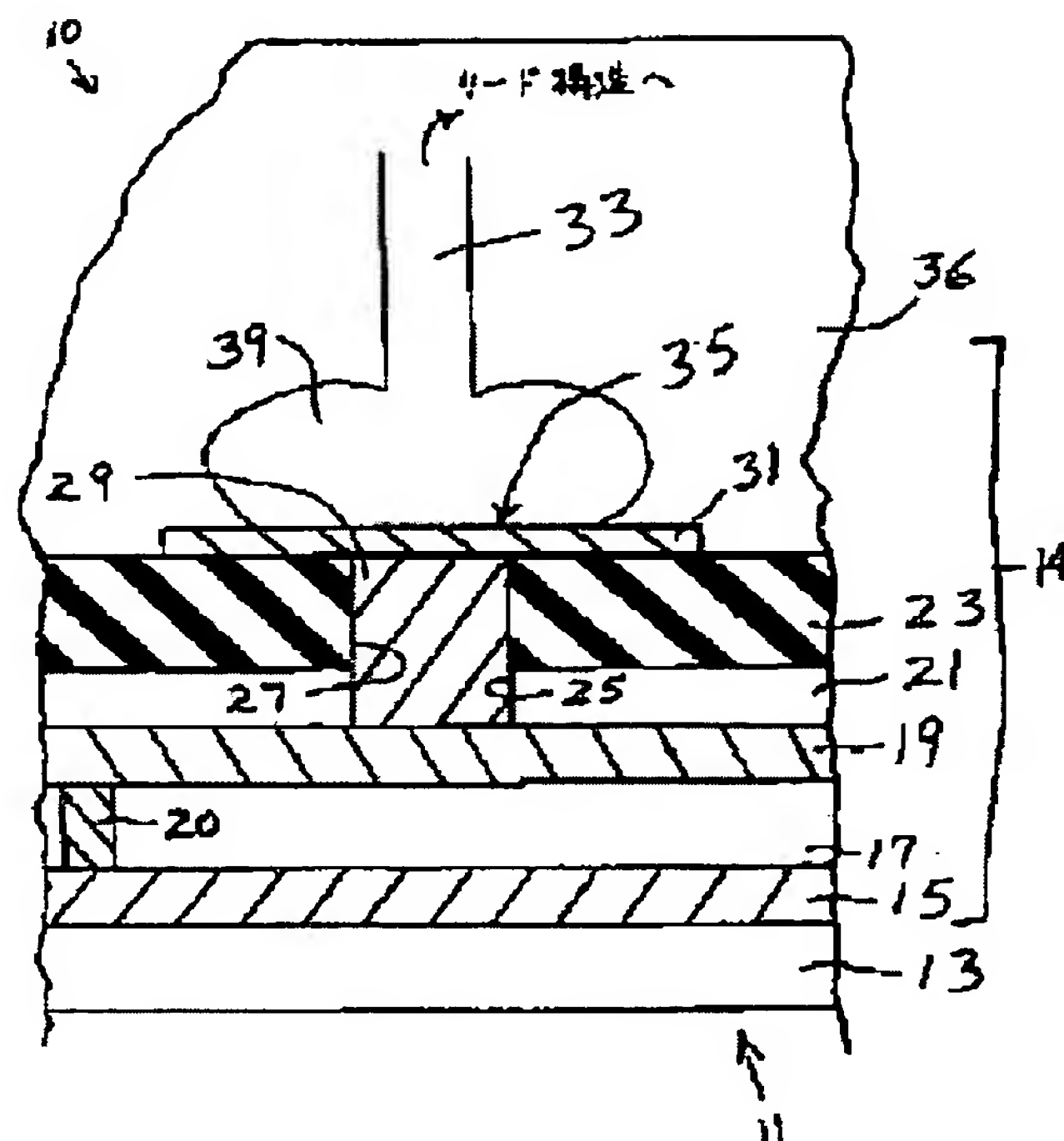
EP0587442 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP6204277

PURPOSE: To provide a method of carrying out a wire bonding operation in the active circuit region of an integrated circuit device.

CONSTITUTION: A wire bonding operation is carried out in the active circuit 13 of an integrated circuit device 10 through such a manner that a polyimide material layer 23 is provided so as to overlap with the active circuit 13, a bonding pad 31 is deposited on the side of the polyimide layer 23 opposed to the active circuit 13 and electrically connected to the active circuit 13 through the polyimide layer 31, and a wire 33 is bonded to the bonding pad 31.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

特開平6-204277

(43) 公開日 平成6年(1994)7月22日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/60	3 0 1 D	6918 - 4 M	
		P	6918 - 4 M	
	21/28	M	7376 - 4 M	
	21/90	B	7514 - 4 M	

審査請求 未請求 請求項の数 2

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-226045

(22) 出願日 平成5年(1993)9月10日

(31) 優先権主張番号 943087

(32) 優先日 1992年9月10日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000879

テキサス インストルメンツ インコーポ
レイテッド

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース

セントラルエクスプレスウェイ 13500

(72) 発明者 キャサリン ジー. ヘイネン

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, パーガ
ンディ 6047

(72) 発明者 ロジャー ジェイ. スティアーマン

アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ウィン
ターウッド レーン 7415

(74) 代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

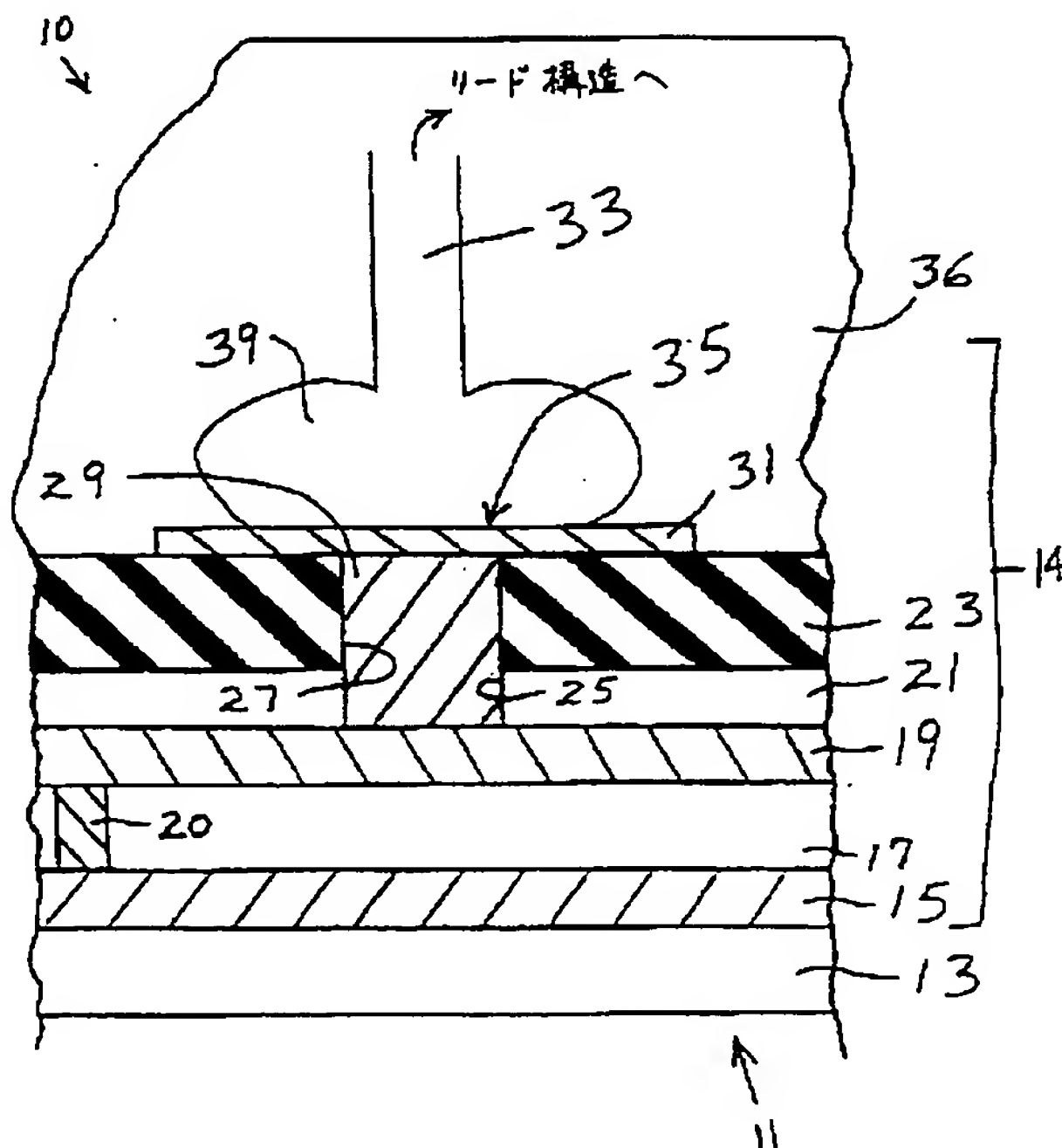
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワイヤボンディングの方法およびそれにより作られた集積回路デバイス

(57) 【要約】

【目的】 集積回路デバイスの能動回路領域上におけるワイヤボンディングの方法およびそれにより作られた集積回路デバイスを開示する。

【構成】 集積回路デバイス10の能動回路13上におけるワイヤボンディングは、能動回路13上に重なる位置関係にポリイミド材料層23を配設し、ポリイミド層23の能動回路13の反対側にボンディングパッド31をデポジットし、ボンディングパッド31をポリイミド層31を通して能動回路13に電氣的に接続し、ボンディングパッド31にワイヤ33をボンディングすることによって行われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 集積回路デバイスの能動回路上においてワイヤボンディングを行う方法であって、
前記能動回路上に重なる位置関係にポリイミド材料層を配設することと、
前記能動回路のと対向する前記ポリイミド層上にボンディングパッドをデポジットすることと、
前記ボンディングパッドを前記ポリイミド層を介して前記能動回路に電氣的に接続することと、
前記ボンディングパッドにワイヤをボンディングすることと、
を含む方法。

【請求項2】 能動回路と、

前記能動回路上に重なる位置関係に配置されたポリイミド材料層と、
前記ポリイミド層上にデポジットされた複数のボンディングパッドと、前記ポリイミド層は前記能動回路と前記ボンディングパッドとの間に介在し、該ボンディングパッドは前記ポリイミド層を介して前記能動回路に電氣的に接続されており、
前記ボンディングパッドをリード構造に接続するための複数のワイヤであって、該各ワイヤがそれぞれの前記ボンディングパッドにボンディングされる拡大ボンディング端部を有する前記複数のワイヤとを含む集積回路デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般的には集積回路デバイス上におけるワイヤボンディングに関し、特に、前記デバイスの能動回路領域上に配置されたボンディングパッドによるワイヤボンディングに関する。

【0002】

【従来の技術】 通常集積回路チップは、能動回路領域の周外部に配置されたボンディングパッドを有する。これらのボンディングパッドは、ボールボンディング接続またはステッチボンディング接続のいずれかを可能とするように十分な大きさでなければならない。従って、ボンディングパッドのためチップが大きくなるという問題があった。

【0003】 周辺にボンディングパッドを配置することのもう1つの問題は、これらのボンディングパッドを能動回路の端子に接続するために追加のバス構造が必要になることがあることである。このような追加のバス構造は、チップの製造経費および複雑さを増大させ、また相互接続ラインが長くなることによりチップの動作速度が低下するという問題があった。

【0004】 周辺ボンディングパッドに関連する上述の問題点にかんがみ、ボンディングパッドが直接能動回路上に配置された集積回路チップを製造する試みが以前から行われている。これにより、チップの大きさ、製造経

費、および複雑性は減少する。しかし、これらの従来の試みは以下のような困難に遭遇した。例えば、ボンディングパッドと能動回路との間に漂遊キャパシタンスが生じうる。また、能動回路を被覆する比較的もろい保護膜層は、ワイヤボンディングおよびプラスチックパッケージ工程に関連する衝撃および剪断力によって損傷しがちである。ある場合には、これらの力のため、保護膜層にひび割れが生じる。実際にひび割れが生じるほど激しいものではないが、保護膜層に損傷を与え、後の通常のプラスチック過成形工程およびヒートサイクルによる熱膨張のため保護膜層内にひび割れが生じるほどに、保護膜層を弱める。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従って、能動回路領域上にボンディングパッドを配置し、かつ上述のような諸問題を回避する集積回路チップの提供が所望されてきた。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明においては、集積回路デバイスの能動回路領域上のワイヤボンディングが、前記能動回路上に重なる位置関係にポリイミド材料層を配設し、前記ポリイミド層の前記能動回路の反対側にボンディングパッドを堆積し、前記ボンディングパッドを前記能動回路に電氣的に接続し、前記ボンディングパッドにワイヤをボンディングすることによって行われる。

【0007】

【実施例】 以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施例を説明する。図1には、本発明の実施例が示されている。集積回路デバイス10は、電気回路11を含む。接続構造体14は、電気回路11を外部リード構造に電気接続するために設けられたものである。図1は単一の接続構造体14を示しているが、集積回路デバイス10は、電気回路11に適応する複数のこのような接続構造体を含むことを理解すべきである。電気回路11は能動回路領域13を有し、この領域は、接続構造体14によりリード構造に接続される機能回路素子を含む。

【0008】 接続構造体14は、能動回路領域13上に重なり能動回路領域13の機能回路素子への電氣的アクセスを与える、導電金属層15および19を含む。図1において、下部金属層15および上部金属層19は、能動回路領域13に重なる位置関係に配置されている。下部金属層15は、能動回路領域13の所望の回路節点に電氣的に接続されている。上部および下部金属層19および15の間には、レベル間酸化物層17が介在している。上部金属層19は、層17を通して延びる導体20によって下部金属層15に接続されている。すなわち、上部金属層19は、下部金属層15と電氣的に接触している。

【0009】 保護膜21は、電気回路11上に空間的に

重なる位置関係に上部金属層19上に配設されている。保護膜21は、例えば、窒化シリコンまたは酸化シリコンの10、000オングストロームの層でありうる。保護膜21は、それに設けられた複数の接触孔25を有し、図1にはその1つが示されている。

【0010】ポリイミド材料層23は、電気回路11上に空間的に重なる位置関係に保護膜21上に配設される。本技術分野に習熟した者にとっては、一般にポリイミド材料は、従来技術の集積回路デバイスにおいて保護膜および共形絶縁層として使用されてきたので、公知である。ポリイミド層23は、例えば、BPDA-PDA（二無水ビスフェニル・フェニルジアミン）の形式のものでありうる。ポリイミド層23は、それに設けられた複数の接触孔27を有し、図1にはその1つが示されている。ポリイミド層23は、好ましくは以下の例示的パラメータを有すべきである。すなわち、3ないし6ミクロンの厚さ、例えば約6ないし13GPaの比較的大きい弾性係数、例えば約3ないし 10×10^{-6} インチ/インチ $^{\circ}$ Cの範囲内にある比較的小さい熱膨張係数、および例えば約3.0である低い誘電率。本発明の実施に適する市販のポリイミドの例は、デュポン社の2611ポリイミドである。

【0011】保護膜層21のそれぞれの接触孔25は、図1に示されているように、ポリイミド層23の対応する接触孔27と位置的に整合している。これらの位置整合した孔25および27は、好ましくは、金属層15および19を接続する導体20とは位置整合しないようにする。金属導体29は、位置整合した孔25および27内に配設され、図1には1つのそのような導体29が示されている。ポリイミド層23の頂部上には複数のボンディングサイトが設けられている。これらのボンディングサイトは、例えば通常のアルミニウムのボンディングパッド31であり、図1には1つのそのようなボンディングパッド31が示されている。ボンディングパッド31は、導電性のものではなくてはならず、さまざまな金属の合金、例えば2%の銅を含むアルミニウム合金が使用できる。

【0012】導体29はボンディングパッド31に、図1に示されているように直接に、または図2に示されているようにポリイミド層23の頂部上にデポジットされた適切な金属導体37を経て、電気的に接触する。導体29は、ポリイミド層23の上表面から電気回路11に向かって延び、上部金属層19との電気的接触で終わる。

【0013】集積回路デバイス10はさらに、複数の導電性ワイヤ33を含み、図1にはその1つが示されている。ワイヤ33は、純金、金合金、またはある他の金属または金属合金であってもよい。ワイヤ33は、ボンディングパッド31をリード構造に接続する。ワイヤ33は、ボンディングパッド31にワイヤボンド35によっ

てボンディングされる。ワイヤ33は拡大ボンド端部39を有し、これがボンディングパッド31に対するワイヤボンド35の形成を容易にしている。上述の図1の構造は、プラスチックなどの通常の樹脂成形化合物36によってカプセル封止される。

【0014】ポリイミド層23は、ワイヤボンディング中に保護膜21へ伝達される応力を吸収し、かつ制御する。ポリイミド層23は、満足できるワイヤボンディングを可能とするように十分な剛性を有し、またひび割れを避けるのに十分な弾性を有するが、そうでなければ、ワイヤボンディング作業中に保護膜21またはポリイミド層自体を損傷することになる。従って、後のプラスチック過形成又は被覆成形および温度サイクルは、保護膜21またはポリイミド層23のひび割れを引き起こさない。ポリイミド層23は、比較的低い誘電率と、比較的大きい厚さとを有し、この組合せは、ボンディングパッド31とその下にある電気回路11との間の容量性相互作用を制限する。

【0015】ワイヤボンディング作業は、もし高周波ボンディングが用いられれば、ほとんど保護膜21を損傷することはありえない。適切な高周波ワイヤボンディング作業は、以下に説明されるようにして行われる。

【0016】図4には、ワイヤボンド35を形成するのに使用されるボンディング装置41が概略的に示されている。ボンディング装置41は、高周波（100kHz以上）超音波エネルギーを用いる。装置41は、毛管43と、トランスジューサ45と、高周波超音波エネルギー源47と、熱源49と、圧力源51と、制御部53と、を含む。

【0017】毛管43は、ワイヤ33の導管として働き、ボンディング工程中にワイヤボンド35に圧力および超音波エネルギーを与える。毛管43の構造および動作は、本技術分野において公知である。

【0018】図3において、トランスジューサ（またはホーン）45は、約10cmの長さを有し、その端部57に4つの圧電結晶55を含む。トランスジューサ45はまた、ポデー部59と、毛管43を取付ける工具クランプ点63を有するテーパした前端部61とを含む。トランスジューサ45の実効長Lは、工具クランプ点63が高周波超音波エネルギーを与えるのに最適な位置にあるように設定されるべきである。

【0019】超音波ボンディング周波数が選択されれば、トランスジューサ45は、例えば、超音波エネルギーの2.25波長に等しい実効長Lを有するように設計できる。すなわち、トランスジューサ45の実効長Lは、選択された周波数に依存する。再び図4において、エネルギー源47は、所望周波数でAC信号を発生するように設計されている。エネルギー源47は、このAC信号が図3の圧電結晶55に印加されるように、通常の様式で前記結晶に接続されている。ボンド端部39とボ

ンディングパッド 31 との間のワイヤボンダ境界面における超音波周波数は、本技術分野において公知のように、エネルギー源 47 から供給される AC 信号の周波数とはやや異なる。

【0020】熱源 49 は通常のものであり、ワイヤボンダ 35 へ熱エネルギーを供給してボンディング工程を容易ならしめる。圧力源 51 は通常のものであり、毛管 43 を経てワイヤボンダ 35 へ圧力（マッシング（*massing*））を供給する。

【0021】本技術分野において公知のように、ワイヤボンディング作業は、ボンダ端部 39 を形成するためにワイヤ 33 を加熱することによって開始される。次に、ボンダ端部 39 は、ボンダ端部 39 とボンディングパッド 31 との間にボンディングが行われる境界面を生じるように、ボンディングパッド 31 と接触させられる。熱源 49 は必要に応じて熱を供給し、毛管 43 はボンダ端部 39 をボンディングパッド 31 上に位置せしめて固定し、トランスジューサ 45 は高周波超音波エネルギーを供給し、圧力源 51 は毛管 43 を経てマッシング力を供給する。ボンディング作業の全ステップが制御部 53 により適切に制御できることは、本技術分野に習熟した者にとっては明らかであろう。

【0022】例えば、約 114 kHz の周波数においては、約 175°C から約 280°C およびそれ以上の温度における約 5ms のボンディング時間により、満足できるボンディングを行うことができる。周波数を高くすると、低い温度でのボンディングが可能になる。例えば、350 kHz の周波数では、27°C において満足できるボンダが得られた。ボンディング温度を低くすれば、ボンディング中におけるポリイミド層 23 の熱膨張を制限することができる。

【0023】上述の高周波作業は、ボンディングトランスジューサの電動機を形成する圧電結晶の数を減少させることを必要とする。すなわち、図 3 のトランスジューサ 45 は、より低い周波数で動作する通常のトランスジューサよりも少数の圧電結晶 55 を有する。この結晶数の減少により、最適のボンダを実現するためには、より高電力の出力が要求される。さらに詳述すれば、多くの低周波（100 kHz 未満）トランスジューサにおいては超音波電力は一般に 80 ないし 250 mW の範囲内にあるが、高周波（100 kHz 以上）トランスジューサ 45 は通常 150 ないし 300 mW の範囲にある。

【0024】高周波超音波電力出力に影響を及ぼす重要な因子は、トランスジューサ 45 のインピーダンスである。例えば、100 kHz より高い周波数においては、トランスジューサ 45 は、ボンダヘッド組立体内に設置されたとき、8 オーム（+/- 5 オーム）のインピーダンスで動作しうる。

【0025】上述の高周波、低温ワイヤボンディング作業は、例えば、通常のアバカス（*Abacus*）III ボ

ンダを、上述の形式の作業を行うべく改変することによって行われる。アバカス III ボンダは、テキサス州ダラスのテキサス・インスツルメンツ社により製造されている。高周波超音波ボンディングのこれ以上の議論は、後述の、ここで参照されてその開示が本願に取込まれている同時係属出願に見出されうる。

【0026】図 1 の構造の代わりとして、能動回路 13 上における満足できるボンディングは、上述と同じ一般的様式によってではあるが、集積回路デバイス 10 から保護膜 21 を省略しても達成されうる。この場合、ポリイミド層 23 は、上部金属層 19 の頂部上に直接配設される。

【0027】以上においては、本発明の実施例を詳細に説明したが、本発明はさまざまな実施例によって実施されうるので、この説明は限定的な意味のものと考えられるべきではない。

【0028】以上の説明に関して更に以下の項を開示する。

(1) 集積回路デバイスの能動回路上においてワイヤボンディングを行う方法であって、前記能動回路上に重なる位置関係にポリイミド材料層を配設するステップと、前記ポリイミド層の前記能動回路の反対側にボンディングパッドを堆積するステップと、前記ボンディングパッドを前記ポリイミド層を通して前記能動回路に電気的に接続するステップと、前記ボンディングパッドにワイヤをボンディングするステップと、を含む、集積回路デバイスの能動回路上においてワイヤボンディングを行う方法。

【0029】(2) 前記ワイヤボンディングステップが、ボンディングトランスジューサを少なくとも 100 kHz の周波数で動作させるステップを含む、第 1 項記載の方法。

(3) 前記ポリイミド層が約 6 ないし 13 GPa の範囲内の弾性係数を有する、第 2 項記載の方法。

【0030】(4) 前記ポリイミド層が約 3×10^{-6} ないし 10×10^{-6} cm/cm/°C の範囲内の熱膨張係数を有する、第 3 項記載の方法。

(5) 前記ポリイミド層が約 3 ないし 6 ミクロンの範囲内の厚さを有し、かつ約 3 の誘電率を有する、第 4 項記載の方法。

【0031】(6) 前記接続ステップが、前記ポリイミド層を貫通する貫通孔を前記ポリイミド層内に設けるステップと、前記孔を貫通して延び前記能動回路との電気的接触で終わる電気導体を前記孔内に配置するステップと、を含む、第 5 項記載の方法。

(7) 前記ワイヤが金から作られている、第 6 項記載の方法。

【0032】(8) 前記ボンディングステップが、ボンディングトランスジューサを少なくとも 100 kHz の周波数で動作させるステップを含む、第 1 項記載の方

法。

(9) 前記ポリイミド層が約6ないし13 GPaの範囲内の弾性係数を有する、第1項記載の方法。

【0033】(10) 前記ポリイミド層が約 3×10^{-6} ないし $10 \times 10^{-6} \text{ cm/cm/}^\circ \text{C}$ の範囲内の熱膨張係数を有する、第1項記載の方法。

(11) 前記ポリイミド層が約3ないし6ミクロンの範囲内の厚さを有し、かつ約3の誘電率を有する、第1項記載の方法。

【0034】(12) 能動回路を配設するステップと、前記能動回路上に重なる位置関係にポリイミド材料層を配設するステップと、前記ポリイミド層の前記能動回路の反対側に複数のボンディングパッドをデポジットするステップと、前記ボンディングパッドを前記ポリイミド層を通して前記能動回路に電氣的に接続するステップと、前記ボンディングパッドに複数のワイヤをそれぞれボンディングするステップと、前記ポリイミド層、前記ボンディングパッド、および前記ワイヤ上にカプセル封止剤を成形するステップと、を含む、集積回路の製造方法。

【0035】(13) 能動回路と、前記能動回路上に重なる位置関係に配置されたポリイミド材料層と、前記ポリイミド層上にデポジットされた複数のボンディングパッドであって、前記ポリイミド層が前記能動回路と前記ボンディングパッドとの間に介在せしめられ、前記ボンディングパッドが前記ポリイミド層を通して前記能動回路に電氣的に接続されている、前記複数のボンディングパッドと、前記ボンディングパッドをリード構造に接続する複数のワイヤであって、それぞれの前記ワイヤがそれぞれの前記ボンディングパッドにボンディングされた拡大ボンド端部を有する前記複数のワイヤと、を含む、集積回路デバイス。

【0036】(14) 前記ポリイミド層が、それぞれの前記ボンディングパッドに対する前記能動回路の電氣的接続を可能ならしめるための複数の貫通孔を有し、かつ前記貫通孔内にそれぞれ配設された複数の電気導体を含み、前記電気導体がそれぞれの前記ボンディングパッドに電氣的に接続され且つそれぞれの前記貫通孔を貫通して延びて前記能動回路との電氣的接触で終わっており、さらに前記ポリイミド層、前記ボンディングパッド、および前記ワイヤ上に成形されたカプセル封止剤を含む、第13項記載の集積回路。

【0037】(15) 前記ボンディングパッドがそれぞれの前記電気導体上に重なる位置関係に配置されている、第14項記載の集積回路。

(16) 前記ボンディングパッドがそれぞれの前記電気導体上に重ならない位置関係に配置されている、第14項記載の集積回路。

【0038】(17) 前記ポリイミド層が少なくとも約

6 GPaの弾性係数を有する、第13項記載の集積回路。

(18) 前記ポリイミド層が約 3×10^{-6} ないし $10 \times 10^{-6} \text{ cm/cm/}^\circ \text{C}$ の範囲内の熱膨張係数を有する、第13項記載の集積回路。

【0039】(19) 前記ポリイミド層が約3ないし6ミクロンの範囲内の厚さを有し、かつ約3の誘電率を有する、第13項記載の集積回路。

(20) 前記能動回路と前記ポリイミド層との間に介在する保護膜層を含み、前記保護膜層が窒化シリコン材および酸化シリコン材の一方のものである、第13項記載の集積回路。

【0040】(21) 集積回路デバイス10の能動回路13上におけるワイヤボンディングは、前記能動回路上に重なる位置関係にポリイミド材料層23を配設し、前記ポリイミド層の前記能動回路の反対側にボンディングパッド31を堆積し、前記ボンディングパッドを前記能動回路に電氣的に接続し、前記ボンディングパッドにワイヤ33をボンディングすることによっておこなわれる。

【0041】(関連出願に対するクロスリファレンス) 本願は、同時係属出願であるいずれも1991年9月30日出願の、米国特許出願第07/767 740号および第07/768 501号の主題に関連する主題を含む。これらの同時係属出願は、本願と共通の権利者に所有され、その開示はここで参照されて本願に取込まれている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の集積回路デバイスの部分断面図。

【図2】図1のボンディングパッドの別の配置を示す部分断面図。

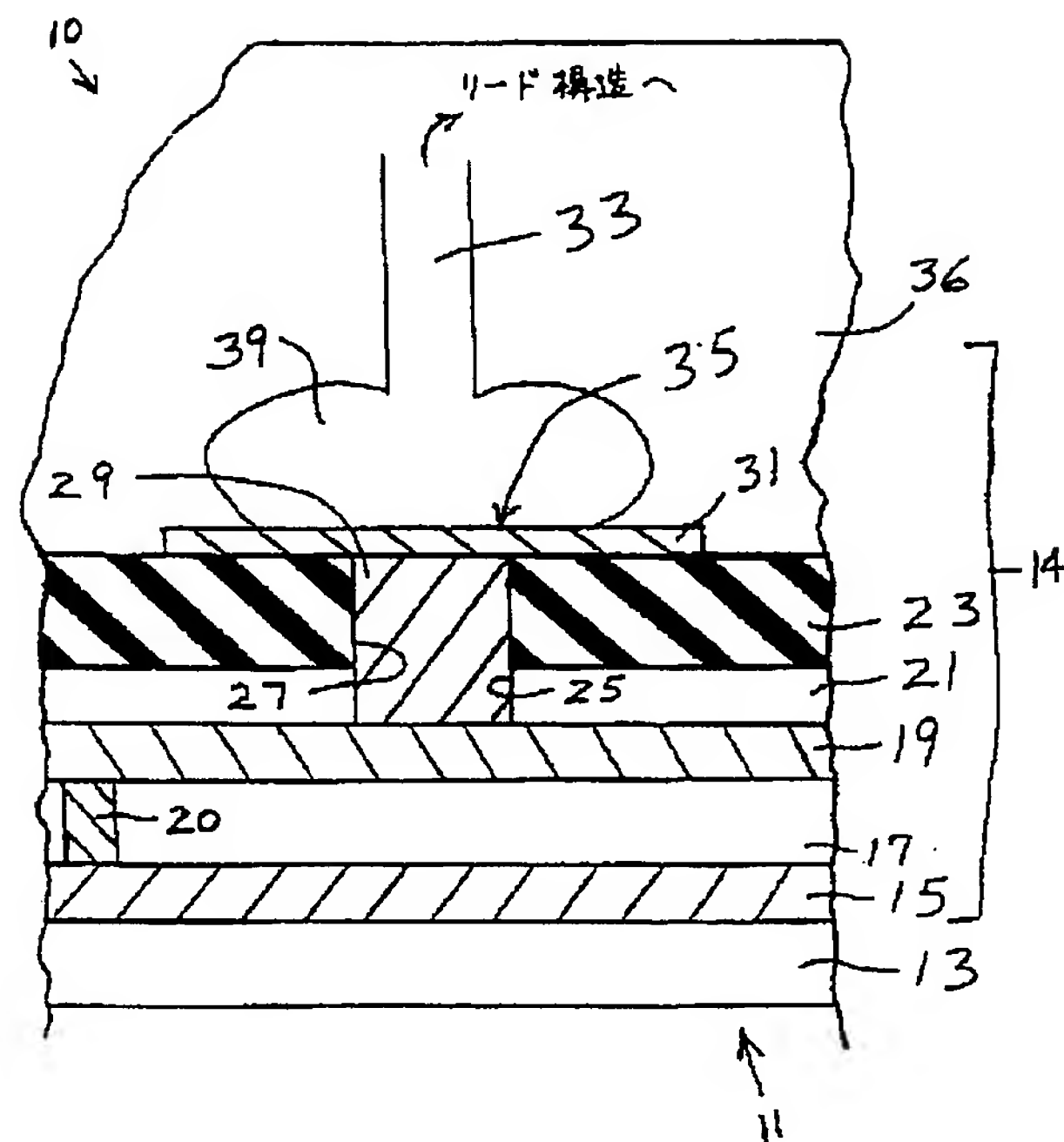
【図3】図1および図2のワイヤボンドを形成するために使用されるボンディング装置の一部であるボンディングトランスジューサの正面図。

【図4】図1および図2のワイヤボンドを形成するために使用されるボンディング装置の概略図。

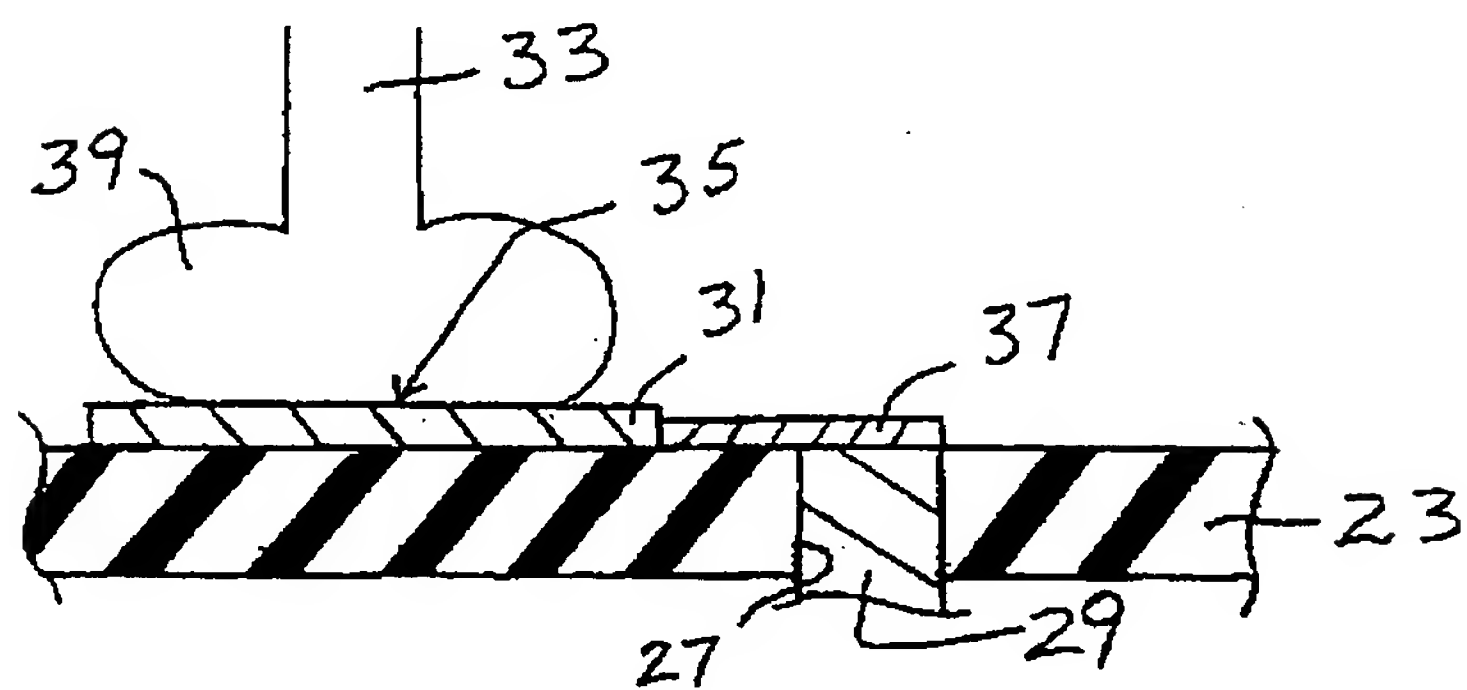
【符号の説明】

- 10 集積回路デバイス
- 13 能動回路
- 21 保護膜
- 23 ポリイミド層
- 27 接触孔
- 29 金属導体
- 31 ボンディングパッド
- 33 導電性ワイヤ
- 36 樹脂成形化合物
- 39 拡大ボンド端部
- 45 トランスジューサ

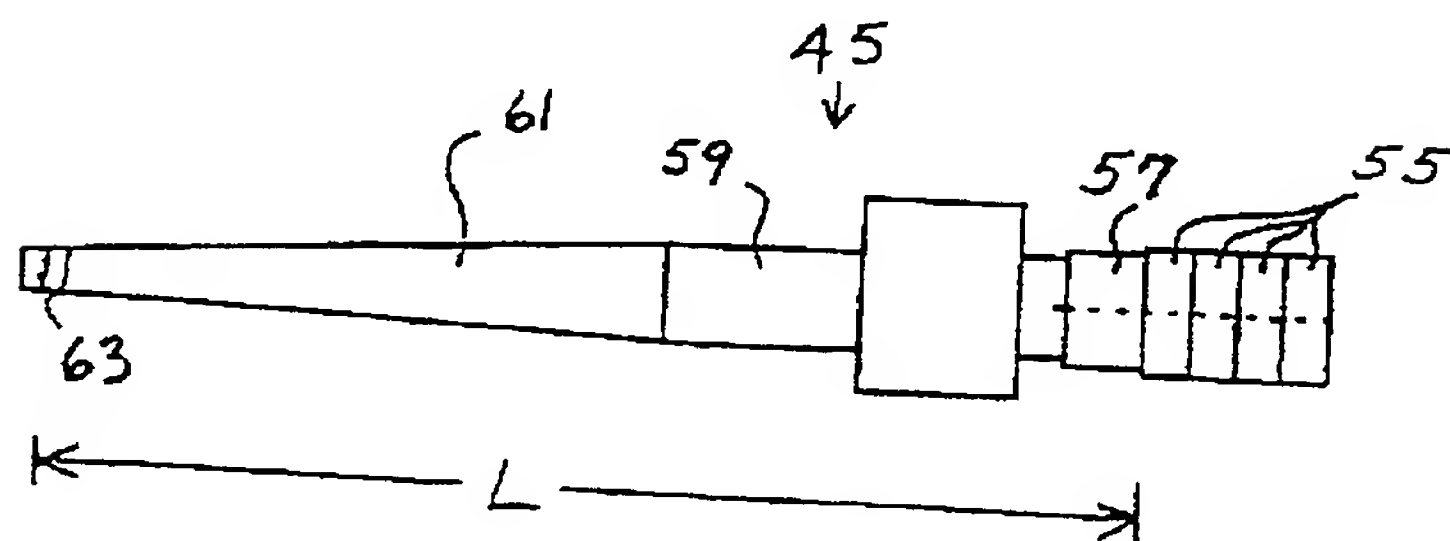
【図1】



【図2】



【図3】



THIS PAGE BLANK (USPTO)